

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-224114

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.Cl.

H04B 10/17  
H04B 10/16  
H01S 3/067  
H01S 3/10  
H04J 14/00  
H04J 14/02

(21)Application number : 11-025415

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 02.02.1999

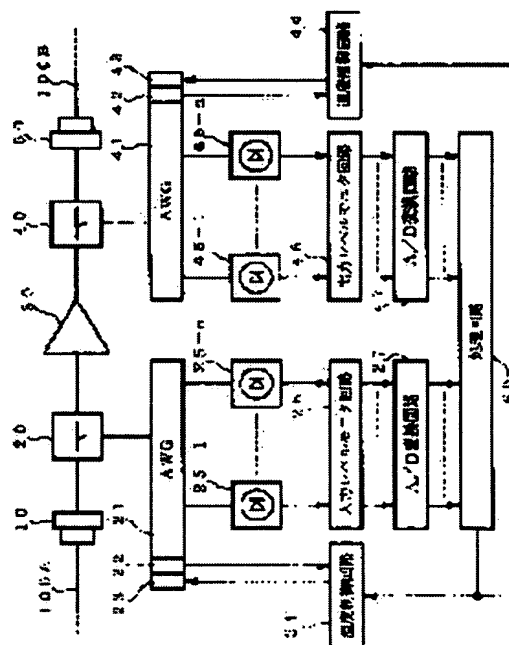
(72)Inventor : FUJITA MASAYUKI

## (54) OPTICAL AMPLIFIER FOR AMPLIFYING MULTIPLE WAVELENGTHS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical amplifier for amplifying multiple wavelengths that monitors an input output signal light for each wavelength.

**SOLUTION:** An optical branch section 20 branches an input light to an optical amplifier section 30 to extract an optical signal with a wavelength, in response to temperature and light receiving units 25-1-25-n receive lights of each wavelength. An input level monitor circuit 26 generates a signal reflecting a power level of the input light to the optical amplifier section 30 from the signal received from the light receiving units and an A/D converter circuit 27 applies A/D conversion to the signal. Similarly, a signal reflecting a power level of an output light of the optical amplifier section 30 is obtained by a circuit block, consisting of an optical branching section 40 to an A/D conversion circuit 47. Temperature control circuits 24, 44 change each element temperature of arrayed waveguide gratings(AWG) 21, 41 to control the wavelength of a transmission light of each AWG to acquire the power levels of a signal component and a noise component. A processing circuit 60 calculates the gain and noise figure of the optical amplifier section 30 from each acquired power level.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.10.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-224114  
(P2000-224114A)

(43) 公開日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 4 B 10/17		H 0 4 B 9/00	J 5 F 0 7 2
10/16		H 0 1 S 3/06	B 5 K 0 0 2
H 0 1 S 3/067		3/10	Z
3/10		H 0 4 B 9/00	E
H 0 4 J 14/00			

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-25415

(22) 出願日 平成11年2月2日 (1999.2.2)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 藤田 正幸

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100108578

弁理士 高橋 昭男 (外3名)

Fターム (参考) 5F072 AB09 AK06 KK07 TT13 TT29  
YY17

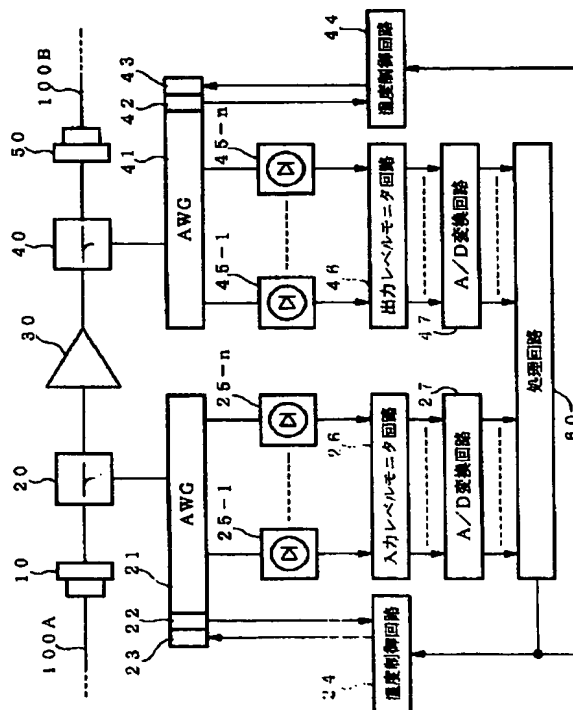
5K002 AA06 BA04 CA11 CA13 DA02

(54) 【発明の名称】 多波長増幅用光アンプ

(57) 【要約】

【課題】 波長ごとに入出力信号光をモニタ可能とする多波長増幅用光アンプを提供すること。

【解決手段】 光分岐部20は、光増幅部30の入力光を分岐して温度に応じた波長の光信号を抽出し、受光器25-1~25-nは各波長光を受光する。入力レベルモニタ回路26は、受光器から入力する信号から光増幅部30の入力光のパワーレベルが反映された信号を生成し、A/D変換回路27がこれをA/D変換する。同様に、光分岐部40~A/D変換回路47により、光増幅部30の出力光のパワーレベルが反映された信号を得る。ここで、温度制御回路24、44により、AWG21、41の各素子温度を変更して各AWGの透過光の波長を制御し、信号成分と雑音成分のパワーレベルを取得する。処理回路60は、取得された各パワーレベルから光増幅部30の利得や雑音指数を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多重化されて光伝送路上を伝送される多波長光信号を中継するための多波長増幅用光アンプであって、

入力光の一部を分岐して温度に応じた波長の光信号を抽出し、この光信号から前記入力光のパワーレベルが反映された第1の電気信号を生成する入力光モニタ手段と、出力光の一部を分岐して温度に応じた波長の光信号を抽出し、この光信号から前記出力光のパワーレベルが反映された第2の電気信号を生成する出力光モニタ手段と、前記第1および第2の電気信号に基づき多波長増幅用光アンプの特性を評価するための指数を算出する指数演算手段と、

前記入力光モニタ手段および出力光モニタ手段に対してそれぞれの温度を設定する温度設定手段と、を備えたことを特徴とする多波長増幅用光アンプ。

【請求項2】 前記入力光モニタ手段は、前記入力光の一部を分岐する分岐手段と、前記分岐手段により分岐された光信号から温度に応じた波長の光信号を抽出する抽出手段と、前記抽出手段により抽出された光信号を受光して、その受光量に応じた電気信号を得る受光手段と、前記受光手段により得られた電気信号をA/D変換して前記第1の電気信号を得るA/D変換手段と、からなることを特徴とする請求項1に記載された多波長増幅用光アンプ。

【請求項3】 前記出力光モニタ手段は、前記出力光の一部を分岐する分岐手段と、前記分岐手段により分岐された光信号から温度に応じた波長の光信号を抽出する抽出手段と、前記抽出手段により抽出された光信号を受光して、その受光量に応じた電気信号を得る受光手段と、前記受光手段により得られた電気信号をA/D変換して前記第2の電気信号を得るA/D変換手段と、からなることを特徴とする請求項1に記載された多波長増幅用光アンプ。

【請求項4】 前記抽出手段は、その素子温度に応じて透過波長を変化させるアレイド・ウェーブガイド・グレーティング (Arrayed Waveguide Grating) からなることを特徴とする請求項2または3の何れかに記載された多波長増幅用光アンプ。

【請求項5】 前記アレイド・ウェーブガイド・グレーティングは、前記温度設定手段による素子温度制御の下に、前記分岐手段により分岐された光信号から信号光と雑音光とを交互に抽出することを特徴とする請求項4に記載された多波長増幅用光アンプ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光伝送路上を伝送

される多波長の光信号を中継するための多波長増幅用光アンプに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、光通信システムでは、1本の光ファイバ伝送路（以下、単に「光伝送路」と記す）あたりの伝送容量を増加させるため、波長の異なる複数の信号光を多重化して波長多重光として伝送する手法が用いられている。また、このような光通信システムでは、光伝送路上での波長多重光の損失分を補償して伝送距離を拡大するため、波長多重光をそのまま増幅する中継用の多波長増幅用光アンプが光伝送路の途中に挿入されている。このように多波長増幅用光アンプを光伝送路に挿入した場合、多波長増幅用光アンプを含む光伝送路全体の伝送特性を管理する上で、各多波長増幅用光アンプの動作状態をできるかぎり詳細にモニタすることが望ましい。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、多波長増幅用光アンプの動作状態をモニタする上で、多波長増幅用光アンプそのものの動作状態を表す利得と、光伝送路の伝送品質を表す雑音指数は重要なモニタ項目であり、これらの項目に関する特性は、多波長増幅用光アンプの入出力信号光をモニタすることにより得られる。しかしながら、従来の多波長増幅用アンプは、波長多重光をそのまま増幅するものに留まり、波長ごとに入出力信号光をモニタすることはできなかった。

【0004】 この発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、波長ごとに入出力信号光をモニタ可能とする多波長増幅用アンプを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、この発明は以下の構成を有する。すなわち、この発明は、多重化されて光伝送路上を伝送される多波長光信号を中継するための多波長増幅用光アンプであって、入力光の一部を分岐して温度に応じた波長の光信号を抽出し、この光信号から前記入力光のパワーレベルが反映された第1の電気信号を生成する入力光モニタ手段（例えば後記する光分岐部20、AWG21、受光器25-1～25-n、入力レベルモニタ回路26、A/D変換回路27に相当）と、出力光の一部を分岐して温度に応じた波長の光信号を抽出し、この光信号から前記出力光のパワーレベルが反映された第2の電気信号を生成する出力光モニタ手段（例えば後記する光分岐部40、AWG41、受光器45-1～45-n、出力レベルモニタ回路46、A/D変換回路47に相当）と、前記第1および第2の電気信号に基づき多波長増幅用光アンプの特性を評価するための指数を算出する指数演算手段（例えば後記する処理回路60に相当）と、前記入力光モニタ手段および出力光モニタ手段に対してそれぞれの温度を設定する温度設定手段（例えば後記する温度検出素子2

2、4<sup>2</sup>、電子冷却器 23、43、温度制御回路 24、44、処理回路 60 の一部機能に相当)と、を備えたことを特徴とする。

【0006】また、前記入力光モニタ手段は、例えば、前記入力光の一部を分岐する分岐手段(例えば後記する光分岐部 20 に相当)と、前記分岐手段により分岐された光信号から温度に応じた波長の光信号を抽出する抽出手段(例えば後記する AWG 21 に相当)と、前記抽出手段により抽出された光信号を受光して、その受光量に応じた電気信号を得る受光手段(例えば後記する受光部 25-1~25-n に相当)と、前記受光手段により得られた電気信号を A/D 変換して前記第 1 の電気信号を得る A/D 変換手段(例えば後記する A/D 変換回路 27 に相当)と、からなることを特徴とする。

【0007】また、前記出力光モニタ手段は、例えば、前記出力光の一部を分岐する分岐手段(例えば後記する光分岐部 40 に相当)と、前記分岐手段により分岐された光信号から温度に応じた波長の光信号を抽出する抽出手段(例えば後記する AWG 41 に相当)と、前記抽出手段により抽出された光信号を受光して、その受光量に応じた電気信号を得る受光手段(例えば後記する受光部 45-1~45-n に相当)と、前記受光手段により得られた電気信号を A/D 変換して前記第 2 の電気信号を得る A/D 変換手段(例えば後記する A/D 変換回路 47 に相当)と、からなることを特徴とする。

【0008】また、前記抽出手段は、例えば、その素子温度に応じて透過波長を変化させるアレイド・ウェーブガイド・グレーティング(Arrayed Waveguide Grating)からなることを特徴とする。

【0009】さらに、前記アレイド・ウェーブガイド・グレーティングは、前記温度設定手段による素子温度制御の下に、前記分岐手段により分岐された光信号から信号光と雑音光とを交互に抽出することを特徴とする。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施の形態を説明する。図 1 に、この発明の実施の形態にかかる多波長増幅用光アンプの構成を示す。同図に示す多波長増幅用光アンプは、光増幅機能を担う光増幅部 30 がコネクタ 10 および 50 を介して光伝送路 100A (入力側)と 100B (出力側)との間に介挿され、一連の伝送経路を形成している。

【0011】コネクタ 10 と光増幅部 30 の光入力部との間には、入力側の光伝送路 100A を伝送された入力光の一部を分岐するための光分岐部 20 が設けられ、光増幅部 30 の光出力部とコネクタ 50 との間には、光増幅部 30 の出力光の一部を分岐するための光分岐部 40 が設けられている。すなわち、光分岐部 20、40 により、光増幅部 30 の入力光と出力光の一部がそれぞれ分岐されて、伝送路上から取り出されるものとなっている。光増幅部 30 は、Er 添加光ファイバなどの希土類

添加ファイバを増幅媒体とする光ファイバ増幅器から構成される。

【0012】光分岐部 20 の分岐経路には、その素子温度に応じて透過波長を変化させるアレイド・ウェーブガイド・グレーティング(Arrayed Waveguide Grating)

(以下、「AWG」と記す) 21 が設けられ、この AWG 21 は、波長が異なる n 個 (n は自然数) の光信号を出力するための n 個の出力ポートを備えている。

【0013】また、この AWG 21 には、この AWG 21 の素子温度を検出するためのサーミスタなどの温度検出素子 22 と、AWG 21 を冷却するためのペルチェクーラなどの電子冷却器 23 が装着されており、これら温度検出素子 22 と電子冷却器 23 は温度制御回路 24 に接続されている。すなわち、温度制御回路 24 により AWG 21 の素子温度が任意に設定可能なように構成されている。

【0014】AWG 21 が備える n 個の出力ポートには、この AWG 21 の出力光(透過光)を受光するための受光器 25-1~25-n がそれぞれ接続され、これら受光器の各出力信号は入力レベルモニタ回路 26 に入力される。この入力レベルモニタ回路 26 は、受光器 25-1~25-n の出力信号から光増幅部 30 の入力光のパワーレベル(入力レベル)を表す信号(第 1 の電気信号)を出力する。

【0015】一方、光増幅部 30 の光出力部側にも、上述の光増幅部 30 の光入力部側に設けられた各要素に対応する要素が設けられている。すなわち、光増幅部 30 の光入力部とコネクタ 50 との間に設けられた光分岐部 40 の分岐経路には、その素子温度に応じて透過波長を変化させる AWG 41 が設けられ、この AWG 41 は、AWG 21 と同様に波長が異なる n 個 (n は自然数) の光信号を出力するための n 個の出力ポートを備えている。

【0016】また、AWG 41 には、サーミスタなどの温度検出素子 42 と、ペルチェクーラなどの電子冷却器 43 が装着されており、これら温度検出素子 42 と電子冷却器 43 は温度制御回路 44 に接続される。すなわち、温度制御回路 44 により AWG 41 の素子温度が任意に設定可能なように構成されている。

【0017】AWG 41 が備える n 個の出力ポートには、この AWG 41 の出力光を受光するための受光器 45-1~45-n がそれぞれ接続され、これら受光器の各出力信号は出力レベルモニタ回路 46 に入力される。この出力レベルモニタ回路 46 は、受光器 45-1~45-n の出力信号から光増幅部 30 の出力光のパワーレベル(出力レベル)を表す信号(第 2 の電気信号)を出力する。

【0018】上述の A/D 変換回路 27、47 から出力される各信号は、処理回路 60 に入力されて所定の演算処理が施され、光増幅部 30 の動作状態を表す各種の指

数が算出される。また、処理回路60は、処理を実行する上で必要な指示を温度制御回路24、44に与える。

【0019】次に、この実施形態にかかる多波長増幅用光アンプの動作について、このアンプの利得と各種の雑音指数とをモニタする場合を説明する。この多波長増幅用光アンプは、光増幅部30の入力光と出力光の各パワーレベルをモニタして光増幅部30の利得と雑音指数を算出するものであって、AWG21、42の素子温度を制御することにより、波長ごとのパワーレベルを取得可能としたものである。

【0020】以下、詳細に動作を説明する。AWG21は、波長多重された光（分岐光）を光分岐部20から入力すると、波長成分毎に分解してn個の出力ポートへそれぞれ出力する。受光器25-1～25-nは、AWG21の各出力ポートから出力される各波長成分の光信号を受光する。これにより、入力レベルモニタ回路26から波長多重光の波長毎のパワーレベルが出力され、A/D変換回路27からデジタルデータに変換されたパワーレベルが出力される。

【0021】ここで、温度制御回路24によりAWG21の素子温度を変更すると、出力ポートから出力される光（AWGの透過光）の波長が、温度差にほぼ比例してシフトする。例えば、或る温度T0にてAWG21の各出力ポートから出力される光の波長が $\lambda_1 \dots \lambda_n$ であるとき、温度がT0+ $\Delta T$ に変化すると、AWG21の出力光の波長は $\lambda_1 + \Delta \lambda$ 、 $\dots$ 、 $\lambda_n + \Delta \lambda$ にシフトする。

【0022】したがって、AWG21から出力される光信号の波長 $\lambda_1 \dots \lambda_n$ を、光伝送路100A、100Bを伝送される波長多重光の各信号成分の波長と一致するようにAWG21の温度を設定すれば、光増幅部30に入力される波長多重光の信号成分の波長ごとのパワーレベルP<sub>sil</sub>～P<sub>sin</sub>がAWG21の各出力ポートから得られる。また、AWG21から出力される光の波長が、信号光波長直近の光波長となるようにAWG21の温度を設定すると、AWG21から出力される光は、信号光に近接した波長における雑音光となり、光増幅部30に入力される波長多重光に含まれる雑音成分の波長ごとのパワーレベルP<sub>nil</sub>～P<sub>nin</sub>が得られる。

【0023】一方、光増幅部30の光出力側でも、同様に出力光に対して波長ごとのパワーレベルのモニタが行われる。すなわち、AWG41は、波長多重された分岐光を光分岐部40から入力すると、波長成分毎に分解してn個の出力ポートへ出力する。各出力ポートからの出力光は受光器45-1～45-nにより、それぞれ受光される結果、A/D変換回路47は、光増幅部30から出力される波長多重光の波長毎のパワーレベルを出力する。ここで、AWG41の素子温度を制御することにより、AWG41を透過する光の波長をシフトさせて、光増幅部30が出力する波長多重光の信号成分の波長ごと

のパワーレベルP<sub>sol</sub>～P<sub>son</sub>と、雑音成分の波長ごとのパワーレベルP<sub>nol</sub>～P<sub>nnon</sub>を得る。

【0024】処理回路60は、A/D変換回路27、47からの出力信号に基づいて、光増幅部30の動作状態を表す各種の指数を算出する。たとえば、光増幅部30の入力光の信号成分のパワーレベルP<sub>sil</sub>～P<sub>sin</sub>と出力光のパワーレベルP<sub>sol</sub>～P<sub>son</sub>との比をとることにより、光増幅部30における波長毎の利得を算出する。また、パワーレベルP<sub>sil</sub>～P<sub>sin</sub>とパワーレベルP<sub>nil</sub>～P<sub>nin</sub>との比をとることにより入力光SN比（S<sub>Nil</sub>～S<sub>Nin</sub>）を算出する。また、パワーレベルP<sub>sol</sub>～P<sub>son</sub>とパワーレベルP<sub>nol</sub>～P<sub>nnon</sub>との比をとることにより出力光SN比（S<sub>Nol</sub>～S<sub>Nnon</sub>）を算出する。さらに、パワーレベルS<sub>Nil</sub>～S<sub>Nin</sub>とパワーレベルS<sub>Nol</sub>～S<sub>Nnon</sub>との比をとることにより光増幅部30の波長毎の雑音指数を算出する。以上により、光増幅部30の利得と各種の雑音指数が算出される。

【0025】以上説明したように、この実施の形態によれば、多波長信号の信号光波長毎の多波長増幅用光アンプの利得と雑音指数とをモニタすることが可能となり、また、AWG（Arrayed Waveguide Grating）の素子温度の変更により透過波長を変化させて信号光と雑音光を交互にモニタすることが可能となる。

【0026】以上、この発明の一実施の形態を説明したが、この発明は、この実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。例えば、上述の実施の形態では、AWG21、41の温度を変更することにより、各出力ポートから出力される波長を同時にシフトするようにしたが、波長ごとにAWGを独立に設け、各AWGの温度を独立に設定するようにしてもよい。これにより、信号成分と雑音成分の各パワーレベルを同時に取得することが可能となる。

#### 【0027】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、入力光と出力光の一部を分岐して温度に応じた波長の光信号を抽出し、この光信号から前記入力光と出力光のパワーレベルを取得して多波長増幅用光アンプの特性を評価するための指数を算出するようにしたので、波長ごとに入出力信号光をモニタ可能とする多波長増幅用光アンプを実現することができ、したがって、波長多重光の光直接増幅を行なう光アンプの利得や入出力のSN比、或いは雑音指数を信号光波長毎にモニタすることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態にかかる多波長増幅用光アンプの構成を示すブロック図である。

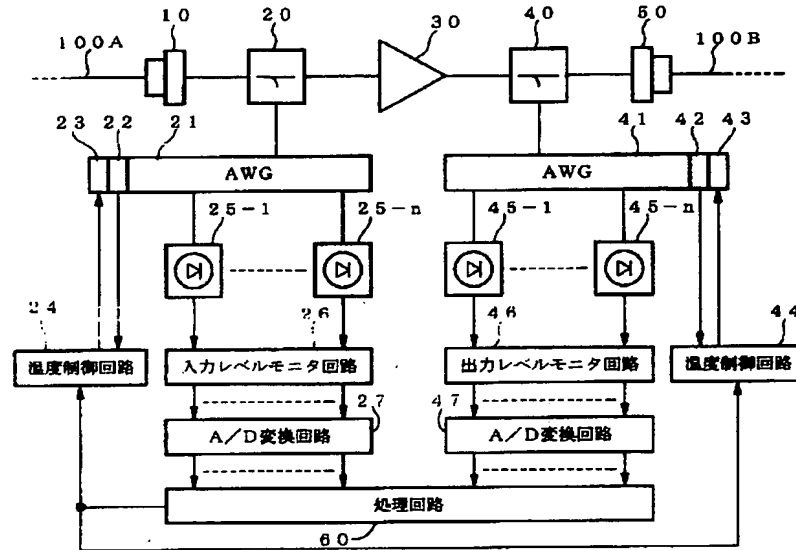
#### 【符号の説明】

10、50…コネクタ、20、40…光分岐部、21、41…アレイド・ウェーブガイド・グレーティング（A

WG: Arrayed Waveguide Grating)、22、42…温度検出素子、23、43…電子冷却器、24、44…温度制御回路、25-1~25-n、45-1~45-n

…受光器、26…入力レベルモニタ回路、27、47…A/D変換回路、46…出力レベルモニタ回路、60…処理回路、100A、100B…光伝送路。

【図1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

H 0 4 J 14/02